

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-335789

(43)Date of publication of application : 25.11.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

(21)Application number : 2003-130543

(71)Applicant : OMI TADAHIRO  
TOKYO ELECTRON LTD

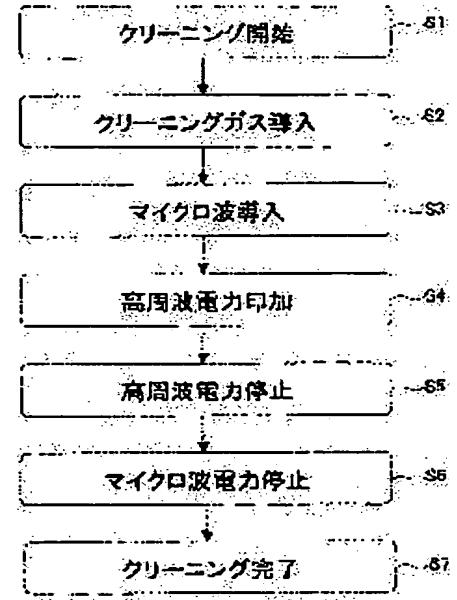
(22)Date of filing : 08.05.2003

(72)Inventor : OMI TADAHIRO  
HIRAYAMA MASAKI

## (54) CLEANING METHOD OF SUBSTRATE PROCESSING EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To shorten the cleaning time in substrate processing equipment employing microwave plasma.  
**SOLUTION:** In the cleaning method of substrate processing equipment, a high frequency power is applied to a base 13 for holding a substrate to be processed when microwave plasma processing equipment 10 is cleaned by introducing cleaning gas and exciting the cleaning gas with microwave plasma.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPÔ and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

The processing container formed with the outer wall,

The maintenance base holding a processed substrate which was prepared into said processing container  
and connected to the RF generator,

The exhaust port which exhausts said processing container,

The microwave transparency aperture prepared as said some of outer walls on said processing container  
so that said processed substrate might be met,

The microwave antenna to which the microwave power source established on said microwave transparency  
aperture was connected electrically,

The plasma gas feed zone which supplies plasma gas into said processing container,

It is the cleaning approach of the substrate processor which consists of a raw gas feed zone prepared so  
that said processed substrate might be met between said processed substrate on said maintenance base,  
and said microwave transparency aperture,

The gas installation process which introduces cleaning gas into said processing container,

The plasma excitation process which introduces microwave into said processing container and carries out  
plasma excitation into said processing container from said microwave antenna is included,

The cleaning approach of the substrate processor characterized by including the bias impression process  
of furthermore impressing high-frequency power to said maintenance base from said RF generator.

[Claim 2]

Said raw gas feed zone is the cleaning approach of the substrate processor according to claim 1  
characterized by being constituted by the conductive ingredient and grounded.

[Claim 3]

Said microwave antenna is the cleaning approach of the substrate processor according to claim 1 or 2  
characterized by consisting of a dielectric prepared between the body of an antenna for which electric  
power is supplied by the coaxial waveguide, and which has opening, the microwave radiation side which has  
two or more slots established so that said opening might be covered on said body of an antenna, and said  
body of an antenna and said microwave radiation side.

[Claim 4]

Said cleaning gas is the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-3  
characterized by including oxygen ] in any 1 term.

[Claim 5]

Said cleaning gas is the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-4  
characterized by including hydrogen ] in any 1 term.

[Claim 6]

Said cleaning gas is the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-5  
characterized by including H2O ] in any 1 term.

[Claim 7]

Said cleaning gas is the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-6  
characterized by including a fluorine compound ] in any 1 term.

[Claim 8]

Said cleaning gas is the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-7 characterized by being introduced from said plasma gas feed zone formed between said microwave antennas and said raw gas feed zones ] in any 1 term.

[Claim 9]

Said cleaning gas is the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-8 characterized by being introduced from said raw gas feed zone ] in any 1 term.

[Claim 10]

Said cleaning gas is the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-9 characterized by etching and removing the deposit which was dissociated by the RF plasma excited by said microwave plasma and said high-frequency power, became a reaction kind, and was deposited on the interior of said processing container with said reaction kind ] in any 1 term.

[Claim 11]

Said deposit is the cleaning approach of the substrate processor according to claim 10 characterized by including the fluoridation carbon film.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

#### [Field of the Invention]

Generally especially this invention relates to microwave plasma treatment equipment with respect to plasma treatment equipment.

[0002]

A plasma treatment process and plasma treatment equipment are close to 0.1 micrometers called the so-called deep submicron component in recent years or a deep subquarter micron component, or are the overly indispensable technique for manufacture of a detailed-ized semiconductor device, and manufacture of the high resolution flat-surface display containing a liquid crystal display of having the gate length not more than it.

[0003]

Although the excitation method of more various plasma than before is used as plasma treatment equipment used for manufacture of a semiconductor device or a liquid crystal display, parallel monotonous mold high-frequency excitation plasma treatment equipment or inductive-coupling mold plasma treatment equipment is especially common. However, the plasma formation of plasma treatment equipment of these former is uneven, and since the field where electron density is high is limited, performing a uniform process over the whole processed substrate surface, big processing speed, i.e., throughput, has the difficult trouble.

Especially this problem becomes serious when processing the substrate of a major diameter. And with the plasma treatment equipment of these former, since electron temperature is high, a damage arises in the semiconductor device formed on a processed substrate, and that the metal contamination by sputtering of a processing interior wall is large etc. has some essential problems. For this reason, it is becoming difficult to fill the severe demand to the further detailed-izing of a semiconductor device or a liquid crystal display and improvement in the further productivity with conventional plasma treatment equipment.

[0004]

The microwave plasma treatment equipment using the high density plasma excited by microwave electric field on the other hand, without using a direct-current magnetic field conventionally is proposed. For example, microwave is emitted in a processing container from the plane antenna (radial line slot antenna) which has the slot of a large number arranged so that uniform microwave might be generated, and the plasma treatment equipment of a configuration of ionizing the gas in a vacuum housing by this microwave electric field, and exciting the plasma is proposed.

[0005]

It is possible to be able to realize a high plasma consistency over the large field directly under an antenna with the microwave plasma excited by such technique, and to perform uniform plasma treatment for a short time. And with the microwave plasma formed by this technique, in order to excite the plasma by microwave, electron temperature is low, and damage metallurgy group contamination of a processed substrate can be avoided. Since the still more uniform plasma also on a large area substrate can be excited easily, it can respond also to the production process of a semiconductor device and the manufacture of a large-sized liquid crystal display using the diameter semi-conductor substrate of macrostomia easily.

[0006]

[Description of the Prior Art]

Drawing 1 (A) and (B) show the configuration of the conventional plasma treatment equipment 100 using this radial line slot antenna. However, it is drawing in which drawing 1 (A) shows the sectional view of plasma treatment equipment 100, and drawing 1 (B) shows the configuration of a radial line slot antenna. [0007]

With reference to drawing 1 (A), plasma treatment equipment 100 has the processing room 101 exhausted from two or more exhaust air ports 116, and the maintenance base 115 holding the processed substrate 114 is formed all over said processing room 101. Since uniform exhaust air of said processing room 101 is realized, space 101A is formed in the perimeter of said maintenance base 115 in the shape of a ring, it is regular intervals like, namely, said processing room 101 can be exhausted to homogeneity through said space 101A and the exhaust air port 116 by [ which open said two or more exhaust air ports 116 for free passage to said space 101A ] forming in axial symmetry to a processed substrate.

[0008]

On said processing room 101, the tabular shower plate 103 which it became [ plate ] a location corresponding to the processed substrate 114 on said maintenance base 115 from the low loss dielectric, and had much openings 107 formed in it as some outer walls of said processing room 101 is formed through the seal ring 109, and the cover plate 102 which consists of a low loss dielectric still as well as the outside of said shower plate 103 is formed through another seal ring 108.

[0009]

The path 104 of plasma gas is formed in the top face at said shower plate 103, and each of two or more of said openings 107 is formed so that it may be open for free passage to said plasma gas path 104. furthermore, inside said shower plate 103 The supply path 108 of the plasma gas which is open for free passage to the plasma gas supply port 105 established in the outer wall of said processing container 101 is formed. The plasma gas supplied to said plasma gas supply port 105, such as Ar and Kr Said opening 107 is supplied through said path 104 from said supply path 108, and it is substantially emitted to space 101B of said shower plate 103 directly under of said processing container 101 interior by uniform concentration from said opening 107.

[0010]

On said processing container 101, further, it estranges 4-5mm from said cover plate 102, and the radial line slot antenna 110 which has the radial plane shown in drawing 1 (B) is formed in the outside of said cover plate 102. It connects with the external source of microwave (not shown) through coaxial waveguide 110A, and said radial line slot antenna 110 excites the plasma gas emitted to said space 101B by the microwave from said source of microwave. Atmospheric air is filled up with the clearance between said cover plate 102 and the radial plane of the radial line slot antenna 110.

[0011]

Said radial line slot antenna 110 Flat disk-like body of antenna 110B connected to the outside waveguide of said coaxial waveguide 110A, It consists of radiation plate 110C which had slot 110b of a large number which intersect perpendicularly with much slot 110a and this which were formed in opening of said body of antenna 110B, and which show drawing 1 (B) formed. Between said body of antenna 110B, and said radiation plate 110C, late phase plate 110D which thickness becomes from a fixed dielectric plate is inserted.

[0012]

In the radial line slot antenna 110 of this configuration, although the microwave to which electric power was supplied from said coaxial waveguide 110 advances between body of antenna 110B of the shape of said disk, and radiation plate 110C with breadth to radial, wavelength is compressed by operation of said late phase plate 110D in that case. then, the wavelength of the microwave which does in this way and advances to radial -- corresponding -- said slots 110a and 110b -- concentric circular -- and the plane wave which has a circularly-polarized wave can be substantially emitted in the perpendicular direction by forming so that it may intersect perpendicularly mutually at said radiation plate 110C.

[0013]

The uniform high density plasma is formed in space 101B of said shower plate 103 directly under by using this radial line slot antenna 110. Thus, the metal contamination which electron temperature is low, therefore a damage does not arise in the processed substrate 114, and originates in sputtering of the container wall of the processing container 101 does not produce the formed high density plasma.

[0014]

With the plasma treatment equipment 100 of drawing 1, further between said shower plates 103 and processed substrates 114 among said processing container 101 The structure 111 is formed. the conductor which had the nozzle 113 of a large number which supply raw gas through the raw gas path 112 formed into said processing container 101 from the external source of raw gas (not shown) formed — the raw gas with which each of said nozzle 113 was supplied — said conductor — it emits to space 101C between the structure 111 and the processed substrate 114. namely, said conductor — the structure 111 functions as a raw gas feed zone. the conductor which constitutes said raw gas feed zone — opening of magnitude which passes efficiently the plasma formed in said space 101B among said adjoining nozzles 113 and 113 by diffusion from said space 101B to said space 101C is formed in the structure 111.

[0015]

Then, when raw gas is emitted to said space 101C through said nozzle 113 from said raw gas feed zone 111 in this way, the emitted raw gas is excited by the high density plasma formed in said space 101B, and it is performed, without [ without uniform plasma treatment moreover makes efficient and a high speed damage the component structure on a substrate and a substrate on said processed substrate 114, and ] polluting a substrate. The microwave emitted from said radial line slot antenna 110 on the other hand is prevented by said raw gas feed zone 111 which consists of a conductor, and does not damage the processed substrate 114.

[0016]

It is also possible to perform reactive ion etching to said processed substrate 114 by there being plasma oxidation processing, plasma nitriding treatment, plasma acid nitriding treatment, plasma-CVD processing, etc. as substrate processing which can be carried out with said plasma treatment equipment 100, supplying etching gas to said space 101B from said nozzle 113 of said raw gas feed zone 111, and impressing high-frequency voltage to said maintenance base 115 from RF generator 115A.

[0017]

Moreover, when performing membrane formation processings which form membranes on the processed substrate 114, such as plasma-CVD processing, using said plasma treatment equipment 100, a deposit accumulates on said processing container 101 interior in the case of membrane formation processing. For example, if, as for a long duration line, said deposit accumulates membrane formation processing, it will exfoliate from the part which said deposit deposited, and will become the factor which particle etc. generates.

[0018]

Therefore, the cleaning which removes said deposit periodically is needed.

[0019]

[Patent reference 1]

JP,9-63793,A

[0020]

[Patent reference 2]

JP,2002-57106,A

[0021]

[Patent reference 3]

JP,2002-57149,A

[0022]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

For example, when performing said cleaning, cleaning gas is introduced from said shower plate 103, by carrying out microwave plasma excitation, said cleaning gas is dissociated and there is a method of etching and removing said deposit.

[0023]

However, in cleaning by the above mentioned microwave plasma, the etch rate for being unable to remove said deposit completely or removing it is slow, and cleaning may take time amount.

[0024]

For example, since only the plasma which the microwave plasma is not excited and is diffused from said space 101B since microwave does not arrive exists, the lower part, i.e., said space 101C, of said raw gas feed zone 111, a plasma consistency is low and electron temperature is low.

[0025]

For this reason, in cleaning by the microwave plasma which said deposit deposited on the part which faces said space 101C described above, it is not etched or the problem that an etch rate is slow arises.

[0026]

The etch rate of the deposit to the side which faced said space 101C of said raw gas feed zone 111, and the deposit of a part facing said space 101C of the internal surface of said processing container 101 was specifically slow, and it was difficult to clean a deposit completely also about the deposit of said maintenance base 115 side-attachment-wall side.

[0027]

So, it aims at offering the cleaning approach of the new and useful substrate processor which solved the above-mentioned problem in this invention.

[0028]

The concrete technical problem of this invention is offering the cleaning approach of the new substrate processor which can shorten cleaning time amount by cleaning efficiently in the substrate processor which used the microwave plasma.

[0029]

[Means for Solving the Problem]

In order to solve the above-mentioned technical problem in this invention,

It indicated to claim 1,

The processing container formed with the outer wall,

The maintenance base holding a processed substrate which was prepared into said processing container and connected to the RF generator,

The exhaust port which exhausts said processing container,

The microwave transparency aperture prepared as said some of outer walls on said processing container so that said processed substrate might be met,

The microwave antenna to which the microwave power source established on said microwave transparency aperture was connected electrically,

The plasma gas feed zone which supplies plasma gas into said processing container,

It is the cleaning approach of the substrate processor which consists of a raw gas feed zone prepared so that said processed substrate might be met between said processed substrate on said maintenance base, and said microwave transparency aperture,

The gas installation process which introduces cleaning gas into said processing container,

The plasma excitation process which introduces microwave into said processing container and carries out plasma excitation into said processing container from said microwave antenna is included, the cleaning approach of the substrate processor characterized by including the bias impression process of furthermore impressing high-frequency power to said maintenance base from said RF generator —

moreover

It indicated to claim 2,

the cleaning approach of the substrate processor according to claim 1 characterized by for said raw gas feed zone being constituted by the conductive ingredient, and grounding it — moreover

It indicated to claim 3,

said body [ for which electric power is supplied to said microwave antenna by the coaxial waveguide / which has opening ] of antenna, and body top of an antenna — said opening — a wrap — the cleaning approach of the substrate processor according to claim 1 or 2 characterized by consisting of a dielectric prepared between the microwave radiation side which has two or more slots established like, and said body of an antenna and said microwave radiation side — moreover

It indicated to claim 4,

the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-3 characterized by said cleaning gas containing oxygen ] in any 1 term — moreover

It indicated to claim 5,

the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-4 characterized by said cleaning gas containing hydrogen ] in any 1 term — moreover

It indicated to claim 6,

the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-5 characterized by said cleaning gas containing H2O ] in any 1 term — moreover

It indicated to claim 7,  
the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-6 characterized by said cleaning gas containing a fluorine compound ] in any 1 term -- moreover  
It indicated to claim 8,  
the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-7 characterized by introducing said cleaning gas from said plasma gas feed zone formed between said microwave antennas and said raw gas feed zones ] in any 1 term -- moreover  
It indicated to claim 9,  
the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-8 characterized by introducing said cleaning gas from said raw gas feed zone ] in any 1 term -- moreover  
It indicated to claim 10,  
the cleaning approach of a substrate processor given [ among claims 1-9 characterized by etching and removing the deposit which said cleaning gas was dissociated by the RF plasma excited by said microwave plasma and said high-frequency power, became a reaction kind, and was deposited on the interior of said processing container with said reaction kind ] in any 1 term -- moreover  
It indicated to claim 11,  
Said deposit is solved by the cleaning approach of the substrate processor according to claim 10  
characterized by including the fluoridation carbon film.

[Function]

According to this invention, in the substrate processor using microwave, it becomes possible to increase the etch rate of a deposit and to shorten cleaning time amount by impressing high-frequency power to the maintenance base of a processed substrate, while using the microwave plasma, at the time of the cleaning which removes the deposit deposited in membrane formation processing.

[0030]

[Embodiment of the Invention]

Next, the gestalt of operation of this invention is explained concretely.

[The 1st example]

First, the concrete example in the case of performing plasma-CVD processing and forming membranes to the processed machine substrate 114 as an example of the substrate processing by the plasma treatment equipment 100 described above by drawing 1, is shown below.

[0031]

When forming an insulator layer on the processed substrate 114 by plasma-CVD processing in the case of the above mentioned plasma treatment equipment 100, it is possible to form a nitride (SiN film) by using SiH4 for plasma gas for silicon oxide (SiO2 film) similarly by using SiH4 at O2, Ar, and raw gas at N2, Ar, and raw gas at plasma gas.

[0032]

Furthermore, it is possible to form the fluoridation carbon film (CxNy film) by using similarly the gas of a fluorocarbon system, C4F8 [ for example, ], for plasma gas at Ar, H2, and raw gas.

[0033]

When performing membrane formation processing which was described above, the silicon oxide described above also in said processing container 101, a nitride, the fluoridation carbon film, etc. serve as a deposit like the processed substrate 114 top, and it deposits.

[0034]

If said deposit is accumulated, since it will exfoliate from said processing container 101 interior and will become the cause of particle generating, there is the need of cleaning periodically. Then, the cleaning approach by this invention is enforced and a deposit which cleaned and described above the inside of said processing container 101 is removed.

[0035]

Next, the concrete cleaning approach of said plasma treatment equipment 100 is shown below.

[0036]

Drawing 2 is a flow chart which shows the cleaning approach of the substrate processor by the 2nd example of this invention. In the case of this example, how to clean the above mentioned fluoridation carbon film is explained.

[0037]

If a cleaning process is first started with reference to drawing 2 at step 1 (it is the same as that of 1, a notation, and the following among [ S ] drawing), in step 2, cleaning gas will be introduced in said processing container 101. When cleaning the fluoridation carbon film, O<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> are used as cleaning gas. Moreover, since cleaning gas, such as O<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>, is diluted and etching by cleaning gas is made into homogeneity within said processing container 101, in order to make plasma excitation easy, Ar may be further used as dilution gas.

[0038]

Then, in step 2, O<sub>2</sub>/100/100 of H<sub>2</sub>/Ar(s) is introduced into said space 101B from said opening 107 of said shower plate 103 800 sccm, respectively.

[0039]

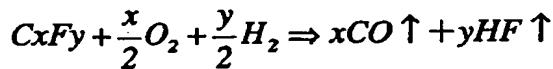
Next, in step 3, from a microwave power source, the microwave power of 1400W is introduced into said radial line slot antenna 110, and the microwave plasma is excited in said processing container 101.

[0040]

Since the microwave plasma is excited in this step, the introduced reaction kind which O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> are dissociated and is contributed to etching of fluoridation carbon film, such as an oxygen radical, a hydrogen radical and oxygen ion, and a hydrogen ion, is generated, the fluoridation carbon film which is a deposit in said processing container 11 as follows is etched, and substantial cleaning is started.

[0041]

[Formula 1]



Moreover, in this step, by adding H<sub>2</sub>O as cleaning gas in addition to O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>, formation of the oxygen radical which contributes to the above mentioned etching, a hydrogen radical, oxygen ion, and a hydrogen ion can be promoted, and KURININGURETO can be raised further.

[0042]

However, only in cleaning by the above mentioned microwave plasma, the etch rate for removing the fluoridation carbon film is slow, and cleaning may take time amount.

[0043]

The condition of having excited the microwave plasma M is shown in said plasma treatment equipment 100 in simulation at drawing 3. However, the same reference mark is given to the part explained previously among drawing, and explanation is omitted.

[0044]

Since only the plasma which the microwave plasma is not excited and is diffused from said space 101B since microwave does not arrive exists with reference to drawing 3, the lower part, i.e., said space 101C, of said raw gas feed zone 111, a plasma consistency is low and electron temperature is low.

[0045]

For this reason, in cleaning only by the microwave plasma which said deposit deposited on the part which faces said space 101C described above, it is not etched or the problem that an etch rate is slow arises.

[0046]

The etch rate of the deposit to the side which faced said space 101C of said raw gas feed zone 111, and the deposit of a part facing said space 101C of the internal surface of said processing container 101 was specifically slow, and it was difficult to clean a deposit completely also about the deposit of said maintenance base 115 side-attachment-wall side.

[0047]

So, by the cleaning approach of the substrate processor by this invention, high-frequency power is impressed to said maintenance base 115 300W at step 4 next from RF generator 115A connected to said maintenance base 115. In addition, although the frequency of the RF generator used for this example is

2MHz, a frequency is preferably good to use [ 500MHz or less ] a 100kHz – 15MHz thing. Moreover, direct-current bias may be used.

[0048]

In this step, since high-frequency power is impressed to said substrate maintenance base 115, plasma potential vibrates and the plasma potential of said space 101C can pull up.

[0049]

Since plasma potential can pull up while dissociation of cleaning gas advances and reaction kinds, such as a radical required for etching of a deposit and ion, are generated, since the high frequency plasma is excited in said space 101C, the ion energy which carries out incidence to the wall surface for cleaning becomes large, and etching of a deposit is promoted.

[0050]

Consequently, the effectiveness that the etch rate of the deposit to the side which faced said space 101C of said raw gas feed zone 111, and the deposit of the part which faced said space 101C of the internal surface of said processing container 101, and said maintenance base 115 side-attachment-wall side improves, and KURININGURETO improves is acquired.

[0051]

Next, if etching of a deposit is completed, in step 5 and step 6, installation of high-frequency power and microwave power will be suspended, respectively, and cleaning will be completed in step 7.

[0052]

In addition, in this example, although cleaning gas and dilution gas are introduced from said shower plate 103, it is also possible to introduce if needed only from both twist of said shower plate 103 and said raw gas feed zone 111 or said raw gas feed zone 111. Moreover, it is also possible to change the rate introduced from said shower plate 103 and said raw gas feed zone 111.

[0053]

For example, when there are many deposits of a part which are made to increase the rate of the flow rate of the cleaning gas introduced from said shower plate 103 when there are many deposits of a part which face said space 101B according to the membrane formation conditions of the fluoridation carbon film, and dilution gas, and face said space 101C, cleaning gas can be efficiently used by make the rate of the flow rate of the cleaning gas introduced from said raw gas feed zone 111, and dilution gas increase.

Consequently, the amount of the cleaning gas used is stopped, and a cleaning rate is raised, it depends, and efficient cleaning is attained.

[0054]

In addition, in order to check that removal of the deposit in said processing container 101 was completed, and cleaning has been completed, there is the approach of carrying out the monitor of the luminescence condition of the plasma. for example, luminescence under cleaning — a spectroscope etc. — a spectrum — by processing, the monitor of the change of the luminous intensity of specific wavelength was carried out, when completed by change of issue reinforcement, it considered as termination of cleaning, and the terminal point of cleaning is detected.

[0055]

Moreover, the deposition condition of the deposit which is the object of cleaning enables it to raise KURININGURETO efficiently by making the time amount which impresses high-frequency power increase, when there are many deposits of a part which face said space 101C, for example.

[0056]

Furthermore, the time amount which introduces microwave power if needed, the time amount which introduces high-frequency power and the timing which introduces and stops microwave power, and the timing which introduces and stops high-frequency power are changed, and it becomes possible to perform efficient cleaning according to the amount of a deposit. It is also possible to clean only with the RF plasma in high-frequency power if needed.

[0057]

Moreover, although the example so far showed how to clean the fluoridation carbon film, it is possible to also clean insulator layers, such as silicon oxide (SiO<sub>2</sub> film), fluoridation silicon oxide (SiOF film), and a silicon nitride (SiN film), by the same approach, for example.

[0058]

They are using the gas, NF<sub>3</sub> and CF<sub>4</sub>, of a fluorine compound, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, SF<sub>6</sub>, etc. for cleaning gas, and the

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-335789  
(P2004-335789A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/3065F 1  
H01L 21/302 101Hテーマコード(参考)  
5FO04

審査請求 未請求 請求項の数 11 〇L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-130543(P2003-130543)  
(22) 出願日 平成15年5月8日(2003.5.8)

(71) 出願人 000205041  
大見 忠弘  
宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-  
301  
000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂五丁目3番6号

(74) 代理人 100070150  
弁理士 伊東 忠彦

(72) 発明者 大見 忠弘  
宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-  
301  
平山 昌樹  
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉04 東北  
大学 未来科学技術共同研究センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理装置のクリーニング方法

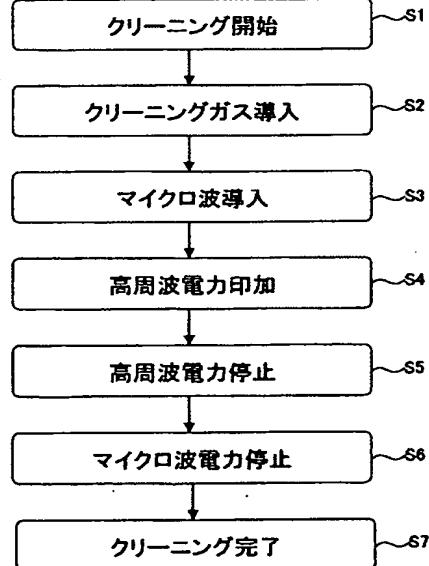
## (57) 【要約】

【課題】マイクロ波プラズマを用いた基板処理装置においてクリーニング時間を短縮する

【解決手段】マイクロ波プラズマ処理装置10に、クリーニングガスを導入して当該クリーニングガスをマイクロ波プラズマで励起するクリーニング時に、被処理基板を保持する基板保持台13に高周波電力を印加する基板処理装置のクリーニング方法。

【選択図】

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外壁により画成された処理容器と、  
 前記処理容器中に設けられて高周波電源に接続された、被処理基板を保持する保持台と、  
 前記処理容器を排気する排気口と、  
 前記処理容器上に、前記被処理基板に対面するように前記外壁の一部として設けられたマイクロ波透過窓と、  
 前記マイクロ波透過窓上に設けられた、マイクロ波電源が電気的に接続されたマイクロ波アンテナと、  
 前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、  
 前記保持台上の前記被処理基板と前記マイクロ波透過窓との間に前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部よりなる基板処理装置のクリーニング方法であって、  
 前記処理容器中にクリーニングガスを導入するガス導入工程と、  
 前記マイクロ波アンテナより前記処理容器中にマイクロ波を導入して前記処理容器中にプラズマ励起をするプラズマ励起工程とを含み、  
 さらに前記保持台に前記高周波電源より高周波電力を印加するバイアス印加工程を含むことを特徴とする基板処理装置のクリーニング方法。

10

【請求項 2】  
 前記処理ガス供給部は導電性材料により構成されて接地されていることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

20

## 【請求項 3】

前記マイクロ波アンテナは同軸導波管により給電され、開口部を有するアンテナ本体と、前記アンテナ本体上に前記開口部を覆うように設けられた複数のスロットを有するマイクロ波放射面と、前記アンテナ本体と前記マイクロ波放射面との間に設けられた誘電体によることを特徴とした請求項 1 または 2 記載の基板処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 4】

前記クリーニングガスは、酸素を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうち、いずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 5】

前記クリーニングガスは、水素を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうち、いずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

30

## 【請求項 6】

前記クリーニングガスは、H<sub>2</sub>Oを含むことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうち、いずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 7】

前記クリーニングガスは、フッ素化合物を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のうち、いずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 8】

前記クリーニングガスは、前記マイクロ波アンテナと前記処理ガス供給部との間に形成された前記プラズマガス供給部より導入されることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のうち、いずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

40

## 【請求項 9】

前記クリーニングガスは、前記処理ガス供給部より導入されることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のうち、いずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 10】

前記クリーニングガスは、前記マイクロ波プラズマおよび前記高周波電力により励起された高周波プラズマにより解離されて反応種となり、前記反応種によって前記処理容器の内部に堆積した堆積物をエッチングして除去することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のうち、いずれか 1 項記載の基板処理装置のクリーニング方法。

## 【請求項 11】

50

前記堆積物は、フッ素添加カーボン膜を含むことを特徴とする請求項10記載の基板処理装置のクリーニング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般にプラズマ処理装置に係わり、特にマイクロ波プラズマ処理装置に関する。

【0002】

プラズマ処理工程およびプラズマ処理装置は、近年のいわゆるディープサブミクロン素子あるいはディープサブクオーターミクロン素子と呼ばれる0.1  $\mu$ mに近い、あるいはそれ以下のゲート長を有する超微細化半導体装置の製造や、液晶表示装置を含む高解像度平面表示装置の製造にとって、不可欠の技術である。

10

【0003】

半導体装置や液晶表示装置の製造に使われるプラズマ処理装置としては、従来より様々なプラズマの励起方式が使われているが、特に平行平板型高周波励起プラズマ処理装置あるいは誘導結合型プラズマ処理装置が一般的である。しかしこれら従来のプラズマ処理装置は、プラズマ形成が不均一であり、電子密度の高い領域が限定されているため大きな処理速度すなわちスループットで被処理基板全面にわたり均一なプロセスを行うのが困難である問題点を有している。この問題は、特に大径の基板を処理する場合に深刻になる。しかもこれら従来のプラズマ処理装置では、電子温度が高いため被処理基板上に形成される半導体素子にダメージが生じ、また処理室壁のスパッタリングによる金属汚染が大きいなど、いくつかの本質的な問題を有している。このため、従来のプラズマ処理装置では、半導体装置や液晶表示装置のさらなる微細化およびさらなる生産性の向上に対する厳しい要求を満たすことが困難になりつつある。

20

【0004】

一方、従来より直流磁場を用いずにマイクロ波電界により励起された高密度プラズマを使うマイクロ波プラズマ処理装置が提案されている。例えば、均一なマイクロ波を発生するよう配列された多数のスロットを有する平面状のアンテナ（ラジアルラインスロットアンテナ）から処理容器内にマイクロ波を放射し、このマイクロ波電界により真空容器内のガスを電離してプラズマを励起させる構成のプラズマ処理装置が提案されている。

30

【0005】

このような手法で励起されたマイクロ波プラズマではアンテナ直下の広い領域にわたって高いプラズマ密度を実現でき、短時間で均一なプラズマ処理を行うことが可能である。しかもかかる手法で形成されたマイクロ波プラズマではマイクロ波によりプラズマを励起するため電子温度が低く、被処理基板のダメージや金属汚染を回避することができる。さらに大面積基板上にも均一なプラズマを容易に励起できるため、大口径半導体基板を使った半導体装置の製造工程や大型液晶表示装置の製造にも容易に対応できる。

40

【0006】

【従来の技術】

図1(A), (B)は、かかるラジアルラインスロットアンテナを使った従来のプラズマ処理装置100の構成を示す。ただし図1(A)はプラズマ処理装置100の断面図を、また図1(B)はラジアルラインスロットアンテナの構成を示す図である。

40

【0007】

図1(A)を参照するに、プラズマ処理装置100は複数の排気ポート116から排気される処理室101を有し、前記処理室101中には被処理基板114を保持する保持台115が形成されている。前記処理室101の均一な排気を実現するため、前記保持台115の周囲にはリング状に空間101Aが形成されており、前記複数の排気ポート116を前記空間101Aに連通するように等間隔で、すなわち被処理基板に対して軸対称に形成することにより、前記処理室101を前記空間101Aおよび排気ポート116を介して均一に排気することができる。

50

【0008】

前記処理室101上には、前記保持台115上の被処理基板114に対応する位置に、前記処理室101の外壁の一部として、低損失誘電体よりなり多数の開口部107を形成された板状のシャワープレート103がシールリング109を介して形成されており、さらに前記シャワープレート103の外側に同じく低損失誘電体よりなるカバープレート102が、別のシールリング108を介して設けられている。

【0009】

前記シャワープレート103にはその上面にプラズマガスの通路104が形成されており、前記複数の開口部107の各々は前記プラズマガス通路104に連通するように形成されている。さらに、前記シャワープレート103の内部には、前記処理容器101の外壁に設けられたプラズマガス供給ポート105に連通するプラズマガスの供給通路108が形成されており、前記プラズマガス供給ポート105に供給されたArやKr等のプラズマガスは、前記供給通路108から前記通路104を介して前記開口部107に供給され、前記開口部107から前記処理容器101内部の前記シャワープレート103直下の空間101Bに、実質的に一様な濃度で放出される。

10

【0010】

前記処理容器101上には、さらに前記カバープレート102の外側に、前記カバープレート102から4~5mm離間して、図1(B)に示す放射面を有するラジアルラインスロットアンテナ110が設けられている。前記ラジアルラインスロットアンテナ110は外部のマイクロ波源(図示せず)に同軸導波管110Aを介して接続されており、前記マイクロ波源からのマイクロ波により、前記空間101Bに放出されたプラズマガスを励起する。前記カバープレート102とラジアルラインスロットアンテナ110の放射面との間の隙間は大気により充填されている。

20

【0011】

前記ラジアルラインスロットアンテナ110は、前記同軸導波管110Aの外側導波管に接続された平坦なディスク状のアンテナ本体110Bと、前記アンテナ本体110Bの開口部に形成された、図1(B)に示す多数のスロット110aおよびこれに直交する多数のスロット110bを形成された放射板110Cとによりなり、前記アンテナ本体110Bと前記放射板110Cとの間には、厚さが一定の誘電体板よりなる遅相板110Dが挿入されている。

30

【0012】

かかる構成のラジアルラインスロットアンテナ110では、前記同軸導波管110から給電されたマイクロ波は、前記ディスク状のアンテナ本体110Bと放射板110Cとの間を、半径方向に広がりながら進行するが、その際に前記遅相板110Dの作用により波長が圧縮される。そこで、このようにして半径方向に進行するマイクロ波の波長に対応して前記スロット110aおよび110bを同心円状に、かつ相互に直交するように形成しておくことにより、円偏波を有する平面波を前記放射板110Cに実質的に垂直な方向に放射することができる。

【0013】

かかるラジアルラインスロットアンテナ110を使うことにより、前記シャワープレート103直下の空間101Bに均一な高密度プラズマが形成される。このようにして形成された高密度プラズマは電子温度が低く、そのため被処理基板114にダメージが生じることがなく、また処理容器101の器壁のスパッタリングに起因する金属汚染が生じることもない。

40

【0014】

図1のプラズマ処理装置100では、さらに前記処理容器101中、前記シャワープレート103と被処理基板114との間に、外部の処理ガス源(図示せず)から前記処理容器101中に形成された処理ガス通路112を介して処理ガスを供給する多数のノズル113を形成された導体構造物111が形成されており、前記ノズル113の各々は、供給された処理ガスを、前記導体構造物111と被処理基板114との間の空間101Cに放出する。すなわち前記導体構造物111は処理ガス供給部として機能する。前記処理ガス供

50

給部を構成する導体構造物 111 には、前記隣接するノズル 113 と 113 との間に、前記空間 101B において形成されたプラズマを前記空間 101B から前記空間 101C に拡散により、効率よく通過させるような大きさの開口部が形成されている。

【0015】

そこで、このように前記処理ガス供給部 111 から前記ノズル 113 を介して処理ガスを前記空間 101C に放出した場合、放出された処理ガスは前記空間 101B において形成された高密度プラズマにより励起され、前記被処理基板 114 上に、一様なプラズマ処理が、効率的かつ高速に、しかも基板および基板上の素子構造を損傷させることなく、また基板を汚染することなく行われる。一方前記ラジアルラインスロットアンテナ 110 から放射されたマイクロ波は、導体よりなる前記処理ガス供給部 111 により阻止され、被処理基板 114 を損傷させることはない。<sup>10</sup>

【0016】

前記プラズマ処理装置 100 によって行う事が可能な基板処理には、プラズマ酸化処理、プラズマ窒化処理、プラズマ酸窒化処理、プラズマCVD処理などがあり、前記処理ガス供給部 111 の前記ノズル 113 から前記空間 101B にエッティングガスを供給し、前記保持台 115 に高周波電源 115A から高周波電圧を印加することにより、前記被処理基板 114 に対して反応性イオンエッティングを行うことも可能である。

【0017】

また、前記プラズマ処理装置 100 を用いて、プラズマCVD処理など、被処理基板 114 上に成膜を行う成膜処理を行う場合は、成膜処理の際に前記処理容器 101 内部に堆積物が堆積する。例えば、成膜処理を長時間行って前記堆積物が蓄積すると、前記堆積物が堆積した部分より剥離して、パーティクルなどが発生する要因となる。<sup>20</sup>

【0018】

そのため、定期的に前記堆積物を除去するクリーニングが必要となる。

【0019】

【特許文献 1】

特開平 9-63793 号公報

30

【0020】

【特許文献 2】

特開 2002-57106 号公報

【0021】

【特許文献 3】

特開 2002-57149 号公報

【0022】

【発明が解決しようとする課題】

例えば、前記クリーニングを行う場合は、前記シャワープレート 103 よりクリーニングガスを導入して、マイクロ波プラズマ励起することにより、前記クリーニングガスを解離して前記堆積物をエッティングして除去する方法がある。

【0023】

しかし、前記したマイクロ波プラズマによるクリーニングでは前記堆積物を完全に除去できない、または除去するためのエッティング速度が遅く、クリーニングに時間を要してしまう場合がある。<sup>40</sup>

【0024】

例えば、前記処理ガス供給部 111 の下部、すなわち前記空間 101C には、マイクロ波が届かないためにマイクロ波プラズマが励起されることがなく、また前記空間 101B から拡散してくるプラズマのみ存在するため、プラズマ密度が低く、電子温度が低い。

【0025】

このため、前記空間 101C に面する部分に堆積した前記堆積物が、前記したマイクロ波プラズマによるクリーニングでは、エッティングされない、またはエッティング速度が遅いという問題が生じる。<sup>50</sup>

## 【0026】

具体的には、前記処理ガス供給部111の前記空間101Cに面した側への堆積物や、前記処理容器101の内壁面の前記空間101Cに面した部分の堆積物のエッティング速度が遅く、また前記保持台115側壁面の堆積物に関しても完全に堆積物をクリーニングするのが困難であった。

## 【0027】

そこで、本発明では上記の問題を解決した新規で有用な基板処理装置のクリーニング方法を提供することを目的とする。

## 【0028】

本発明の具体的課題は、マイクロ波プラズマを用いた基板処理装置において、クリーニングを効率的に行うことにより、クリーニング時間を短縮することが可能な新規な基板処理装置のクリーニング方法を提供することである。  
10

## 【0029】

## 【課題を解決するための手段】

本発明では、上記の課題を解決するために、

請求項1に記載したように、

外壁により画成された処理容器と、

前記処理容器中に設けられて高周波電源に接続された、被処理基板を保持する保持台と、前記処理容器を排気する排気口と、

前記処理容器上に、前記被処理基板に対面するように前記外壁の一部として設けられたマイクロ波透過窓と、  
20

前記マイクロ波透過窓上に設けられた、マイクロ波電源が電気的に接続されたマイクロ波アンテナと、

前記処理容器中にプラズマガスを供給するプラズマガス供給部と、

前記保持台上の前記被処理基板と前記マイクロ波透過窓との間に前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部よりなる基板処理装置のクリーニング方法であって、前記処理容器中にクリーニングガスを導入するガス導入工程と、

前記マイクロ波アンテナより前記処理容器中にマイクロ波を導入して前記処理容器中にプラズマ励起をするプラズマ励起工程とを含み、

さらに前記保持台に前記高周波電源より高周波電力を印加するバイアス印加工程を含むことを特徴とする基板処理装置のクリーニング方法により、また、  
30

請求項2に記載したように、

前記処理ガス供給部は導電性材料により構成されて接地されていることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、

請求項3に記載したように、

前記マイクロ波アンテナは同軸導波管により給電され、開口部を有するアンテナ本体と、前記アンテナ本体上に前記開口部を覆うように設けられた複数のスロットを有するマイクロ波放射面と、前記アンテナ本体と前記マイクロ波放射面との間に設けられた誘電体となることを特徴とした請求項1または2記載の基板処理装置のクリーニング方法により、  
40

また、

請求項4に記載したように、

前記クリーニングガスは、酸素を含むことを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、

請求項5に記載したように、

前記クリーニングガスは、水素を含むことを特徴とする請求項1～4のうち、いずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、

請求項6に記載したように、

前記クリーニングガスは、H<sub>2</sub>Oを含むことを特徴とする請求項1～5のうち、いずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、

請求項7に記載したように、  
50

前記クリーニングガスは、フッ素化合物を含むことを特徴とする請求項1～6のうち、いずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、請求項8に記載したように、

前記クリーニングガスは、前記マイクロ波アンテナと前記処理ガス供給部との間に形成された前記プラズマガス供給部より導入されることを特徴とする請求項1～7のうち、いずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、

請求項9に記載したように、

前記クリーニングガスは、前記処理ガス供給部より導入されることを特徴とする請求項1～8のうち、いずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、

請求項10に記載したように、

前記クリーニングガスは、前記マイクロ波プラズマおよび前記高周波電力により励起された高周波プラズマにより解離されて反応種となり、前記反応種によって前記処理容器の内部に堆積した堆積物をエッチングして除去することを特徴とする請求項1～9のうち、いずれか1項記載の基板処理装置のクリーニング方法により、また、

請求項11に記載したように、

前記堆積物は、フッ素添加カーボン膜を含むことを特徴とする請求項10記載の基板処理装置のクリーニング方法により、解決する。

**[作用]**

本発明によれば、マイクロ波を用いた基板処理装置において、成膜処理で堆積した堆積物を除去するクリーニング時に、マイクロ波プラズマを用いると共に被処理基板の保持台に高周波電力を印加することで、堆積物のエッチング速度を増大させてクリーニング時間を短縮することが可能となる。

**【0030】**

**【発明の実施の形態】**

次に、本発明の実施の形態に関して、具体的に説明する。

**【第1実施例】**

まず、図1で前記したプラズマ処理装置100による基板処理の例として、プラズマCVD処理を行って被処理器基板114に成膜を行う場合の具体的な例を以下に示す。

**【0031】**

前記したプラズマ処理装置100の場合、プラズマCVD処理で被処理基板114上に絶縁膜を形成する場合、プラズマガスにO<sub>2</sub>、Ar、処理ガスにSiH<sub>4</sub>を用いることでシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>膜)を、同様にしてプラズマガスにN<sub>2</sub>、Ar、処理ガスにSiH<sub>4</sub>を用いることで窒化膜(SiN膜)を形成することが可能である。

**【0032】**

さらに、同様にしてプラズマガスに、Ar、H<sub>2</sub>、処理ガスにフロロカーボン系のガス、例えばC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>を用いることでフッ素添加カーボン膜(C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>膜)を形成することが可能である。

**【0033】**

前記したような成膜処理を行う場合、被処理基板114上と同様に、前記処理容器101内にも前記したシリコン酸化膜、窒化膜、フッ素添加カーボン膜などが堆積物となって堆積する。

**【0034】**

前記堆積物が蓄積すると、前記処理容器101内部より剥離してパーティクル発生の原因となるので、定期的にクリーニングを行う必要がある。そこで、本発明によるクリーニング方法を実施して、前記処理容器101内をクリーニングして、前記したような堆積物の除去を行う。

**【0035】**

次に、前記プラズマ処理装置100の具体的なクリーニング方法に関して以下に示す。

**【0036】**

図2は、本発明の第2実施例による基板処理装置のクリーニング方法を示すフローチャート

10

20

30

40

50

トである。本実施例の場合、前記したフッ素添加カーボン膜をクリーニングする方法を説明する。

【0037】

図2を参照するに、まずステップ1(図中S1と表記、以下同様)でクリーニング工程が開始されると、ステップ2において、前記処理容器101内に、クリーニングガスを導入する。フッ素添加カーボン膜をクリーニングする場合、クリーニングガスとしては例えば、O<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>が用いられる。また、O<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>などのクリーニングガスを希釈してクリーニングガスによるエッティングを前記処理容器101内で均一にするためと、プラズマ励起を容易にするために希釈ガスとしてさらにArを用いる場合がある。

【0038】

そこで、ステップ2においては、O<sub>2</sub>／H<sub>2</sub>／Arをそれぞれ100／100／800s ccm前記シャワープレート103の前記開口部107より前記空間101Bに導入する。

【0039】

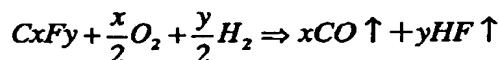
次に、ステップ3において、マイクロ波電源より1400Wのマイクロ波電力を前記ラジアルラインスロットアンテナ110に導入して、前記処理容器101内にマイクロ波プラズマを励起する。

【0040】

本ステップにおいてマイクロ波プラズマが励起されているため、導入された、O<sub>2</sub>／H<sub>2</sub>が解離されて酸素ラジカル、水素ラジカル、また酸素イオン、水素イオンなどフッ素添加カーボン膜のエッティングに寄与する反応種が生成されて、以下のように前記処理容器11内の堆積物であるフッ素添加カーボン膜をエッティングして実質的なクリーニングが開始される。

【0041】

【化1】



10

20

30

また、本ステップにおいて、クリーニングガスとしてO<sub>2</sub>／H<sub>2</sub>に加えてH<sub>2</sub>Oを添加することにより、前記したエッティングに寄与する酸素ラジカル、水素ラジカル、酸素イオン、水素イオンの形成を促進してさらにクリーニングレートを向上させることができる。

【0042】

しかし、前記したマイクロ波プラズマによるクリーニングのみではフッ素添加カーボン膜を除去するためのエッティング速度が遅く、クリーニングに時間を要してしまう場合がある。

【0043】

図3には、前記プラズマ処理装置100にマイクロ波プラズマMを励起した状態を模擬的に示す。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0044】

図3を参照するに、例えば前記処理ガス供給部111の下部、すなわち前記空間101Cには、マイクロ波が届かないためにマイクロ波プラズマが励起されることがなく、また前記空間101Bから拡散してくるプラズマのみ存在するため、プラズマ密度が低く、電子温度が低い。

【0045】

このため、前記空間101Cに面する部分に堆積した前記堆積物が、前記したマイクロ波プラズマのみによるクリーニングでは、エッティングされない、またはエッティング速度が遅いという問題が生じる。

40

50

## 【0046】

具体的には、前記処理ガス供給部111の前記空間101Cに面した側への堆積物や、前記処理容器101の内壁面の前記空間101Cに面した部分の堆積物のエッティング速度が遅く、また前記保持台115側壁面の堆積物に関しても完全に堆積物をクリーニングするのが困難であった。

## 【0047】

そこで、本発明による基板処理装置のクリーニング方法では、次にステップ4で、前記保持台115に接続された高周波電源115Aより前記保持台115に高周波電力を300W印加する。なお、本実施例に用いた高周波電源の周波数は2MHzであるが、周波数は500MHz以下、好ましくは100kHz～15MHzのものを用いるのがよい。また 10、直流バイアスを用いてもよい。

## 【0048】

本ステップにおいて、前記基板保持台115に高周波電力を印加しているため、プラズマ電位が振動して、前記空間101Cのプラズマ電位が引き上げられる。

## 【0049】

前記空間101Cにおいて高周波プラズマが励起されるため、クリーニングガスの解離が進行して堆積物のエッティングに必要なラジカル、イオンなどの反応種が生成されると共に、プラズマ電位が引き上げられるため、クリーニング対象の壁面に入射するイオンエネルギーが大きくなり、堆積物のエッティングが促進される。

## 【0050】

その結果、前記処理ガス供給部111の前記空間101Cに面した側への堆積物や、前記処理容器101の内壁面の前記空間101Cに面した部分、また前記保持台115側壁面の堆積物のエッティング速度が向上し、クリーニングレートが向上する効果が得られる。

## 【0051】

次に、堆積物のエッティングが完了すると、ステップ5およびステップ6においてそれぞれ高周波電力およびマイクロ波電力の導入を停止し、ステップ7においてクリーニングが完了する。

## 【0052】

なお、本実施例においては、前記シャワープレート103よりクリーニングガスおよび希釈ガスを導入しているが、必要に応じて、例えば前記シャワープレート103および前記処理ガス供給部111の双方より、もしくは前記処理ガス供給部111からのみ導入することも可能である。また、前記シャワープレート103からと、および前記処理ガス供給部111から導入する割合を変更することも可能である。

## 【0053】

例えば、フッ素添加カーボン膜の成膜条件に応じて、前記空間101Bに面する部分の堆積物が多い場合は、前記シャワープレート103から導入するクリーニングガスおよび希釈ガスの流量の割合を増加させ、また前記空間101Cに面する部分の堆積物が多い場合は、前記処理ガス供給部111から導入するクリーニングガスおよび希釈ガスの流量の割合を増加させることで、クリーニングガスを効率的に使用することができる。その結果、クリーニングガスの使用量を抑えて、かつクリーニング速度を向上させたより効率的なクリーニングが可能となる。

30

40

## 【0054】

なお、前記処理容器101内の堆積物の除去が完了してクリーニングが終了したことを確認するためには、プラズマの発光状態をモニタする方法がある。例えば、クリーニング中の発光を分光器などで分光処理することにより、特定の波長の光の強度の変化をモニタし、発光強度の変化が収束した時点でクリーニングの終了とし、クリーニングの終点を検出している。

## 【0055】

また、クリーニングの対象である堆積物の堆積状態によって、例えば前記空間101Cに面する部分の堆積物が多い場合は、高周波電力を印加する時間を増加させることによって

50

、効率的にクリーニングレートを向上させることが可能となる。

【0056】

さらに、必要に応じてマイクロ波電力を導入する時間と高周波電力を導入する時間、またマイクロ波電力を導入・停止するタイミングと高周波電力を導入・停止するタイミングを変更して、堆積物の量に応じた効率的なクリーニングを行うことが可能となる。必要に応じて高周波電力での高周波プラズマのみでクリーニングを行うことも可能である。

【0057】

また、ここまで実施例はフッ素添加カーボン膜をクリーニングする方法を示したが、例えればシリコン酸化膜 ( $SiO_2$  膜)、フッ素添加シリコン酸化膜 ( $SiOF$  膜)、シリコン窒化膜 ( $SiN$  膜)などの絶縁膜も同様の方法でクリーニングすることが可能である。

10

【0058】

前記した  $SiO_2$  膜、  $SiOF$  膜、  $SiN$  膜などは、クリーニングガスにフッ素化合物のガス、例えは  $NF_3$ 、  $CF_4$ 、  $C_2F_6$ 、  $SF_6$ などを用いることで、図2に示した方法でクリーニングを行う事が可能であり、前記したフッ素添加カーボン膜をクリーニングする場合と同様の効果を得ることが可能である。

【0059】

また、例えはフッ素添加カーボン膜と  $SiO_2$  膜、  $SiOF$  膜、  $SiN$  膜が積層された堆積物をクリーニングする場合や、  $SiCO$  膜、  $SiCO$  (H) 膜など無機絶縁膜と有機系の絶縁膜が混在する堆積物をクリーニングする場合は、  $NF_3$  と  $O_2$ 、  $H_2$ 、  $H_2O$ を混合したガスをクリーニングガスとして用いる、または  $NF_3$  によるクリーニングと  $O_2$ 、  $H_2$ 、  $H_2O$ によるクリーニングを交互に行なうなどしてクリーニングを行う事が可能である。その場合も、前記したフッ素添加カーボン膜をクリーニングする場合と同様の効果を得ることが可能である。

20

【第2実施例】

次に、第1実施例に前記した、図2に示した基板処理装置のクリーニング方法を用いてクリーニングを行った際のクリーニング速度を図4に示す。ただし文中、先に説明した場合には同一の参照符号を用いて説明を省略する。

【0060】

図4は、第1実施例に記載した方法により、フッ素添加カーボン膜のクリーニングを行った場合のクリーニング速度を示したものであり、前記保持台115への高周波電力を300Wとした場合および500Wとした場合の結果が示してある。さらに、比較のために、前記保持台115に高周波電力を印加せずに、マイクロ波プラズマのみでクリーニングを行った場合の結果も併記する。

30

【0061】

図4を参照するに、マイクロ波プラズマのみでクリーニングを行った場合はクリーニング速度が  $194\text{ nm/m in}$  であるのに対し、高周波電力を300W印加した場合はクリーニング速度が  $540\text{ nm/m in}$  となり、高周波電力を印加しない場合に比べてクリーニング速度が2.8倍となっている。さらに高周波電力を500Wとするとクリーニング速度が  $680\text{ nm/m in}$  となって高周波電力を印加しない場合に比べて3.5倍となって、さらにクリーニング時間を短縮することが可能になっている。

40

【0062】

これは、前記したように、前記保持台115に高周波電力を印加することで、前記処理ガス供給部111の前記空間101Cに面した側への堆積物や、前記処理容器101の内壁面の前記空間101Cに面した部分、また前記保持台115側壁面の堆積物のエッティング速度が向上することでクリーニング速度が上昇する効果が得られているためであると考えられる。

【0063】

また、前記保持台115の表面を保護するため、前記保持台115上に、たとえば  $Al_2O_3$  や  $SiN$ などの焼結セラミックからなる保護ウェハを載置してクリーニングを実施してもよい。

50

## 【0064】

また前記したクリーニングは、被処理基板の成膜処理が1枚終了する毎に実施することも可能であるが、例えば複数の被処理基板の成膜処理が終了する毎に実施することも可能である。

## 【0065】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明は上記の特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

## 【0066】

## 【発明の効果】

10

本発明によれば、マイクロ波を用いた基板処理装置において、成膜処理で堆積した堆積物を除去するクリーニング時に、マイクロ波プラズマを用いると共に被処理基板の保持台に高周波電力を印加することで、堆積物のエッチング速度を増大させてクリーニング時間を短縮する事が可能となった。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 プラズマ処理装置の概略を示す図である。

【図2】 本発明による基板処理装置のクリーニング方法を示すフローチャートである。

【図3】 図1のプラズマ処理装置にマイクロ波プラズマを励起した状態を模擬的に示した図である。

【図4】 本発明の基板処理装置のクリーニング方法によるクリーニング速度を示す図である。 20

## 【符号の説明】

100 プラズマ処理装置

30

101 処理容器

115, 116 排気ポート

101A, 101B, 101C 空間

114 被処理基板

115 保持台

108, 109 シールリング

110A, 110B スロット

110D 遅相板

110A 同軸導波管

110B アンテナ本体

110 ラジアルラインスロットアンテナ

103 シャワープレート

104 プラズマガス通路

105 プラズマガス供給ポート

107 開口部

108 供給通路

40

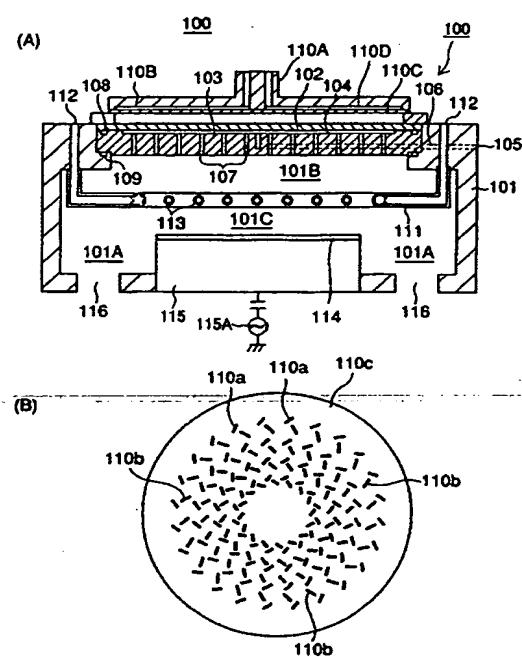
110C 放射版

導体構造物 111

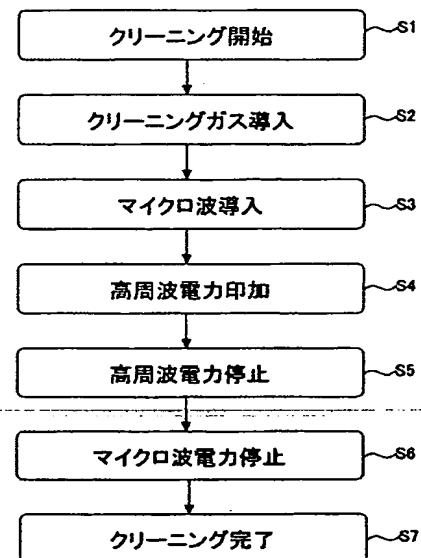
処理ガス通路 112

ノズル 113

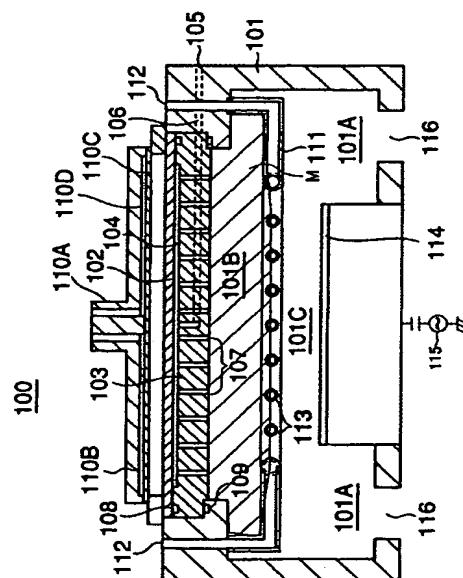
【図 1】



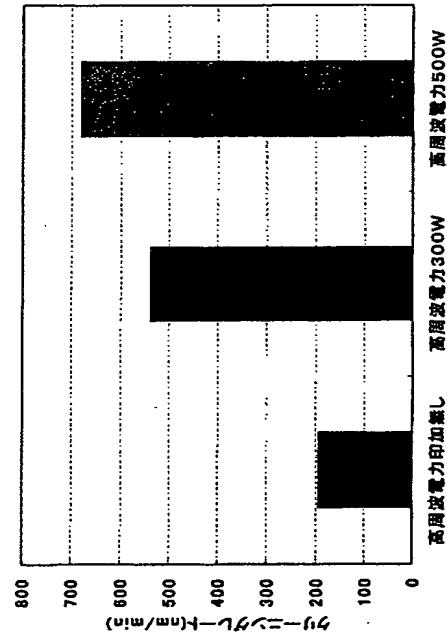
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) SF004 AA15 BA20 BC03 BD04 CA07 DA00 DA01 DA02 DA17 DA18  
DA23 DA24 DA26 DB00 DB03 DB07

---

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**